

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**  
**«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ**  
**УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»**  
**(ТУСУР)**



УТВЕРЖДАЮ  
Директор департамента науки и инноваций

Документ подписан электронной подписью  
Сертификат: 1сбсfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820  
Владелец: Троян Павел Ефимович  
Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Экспериментальные методы в сильноточной электронике**

Уровень образования: **высшее образование - подготовка кадров высшей квалификации**  
Направление подготовки / специальность: **11.06.01 Электроника, радиотехника и системы связи**  
Направленность (профиль) / специализация: **Вакуумная и плазменная электроника**  
Форма обучения: **заочная**  
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**  
Кафедра: **физики, Кафедра физики**  
Курс: **2**  
Семестр: **3**  
Учебный план набора 2017 года

**Распределение рабочего времени**

№	Виды учебной деятельности	3 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	4	4	часов
2	Практические занятия	4	4	часов
3	Всего аудиторных занятий	8	8	часов
4	Самостоятельная работа	96	96	часов
5	Всего (без экзамена)	104	104	часов
6	Общая трудоемкость	104	104	часов
			3.0	З.Е.

Дифференцированный зачет: 3 семестр

Томск 2018

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.06.01 Электроника, радиотехника и системы связи, утвержденного 30.07.2014 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры физики «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_.

Разработчик:

Доцент каф. физики \_\_\_\_\_ А. В. Медовник

Заведующий обеспечивающей каф.  
физики

\_\_\_\_\_ Е. М. Окс

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФЭТ \_\_\_\_\_ А. И. Воронин

Заведующий выпускающей каф.  
физики

\_\_\_\_\_ Е. М. Окс

Эксперты:

Заведующий аспирантурой \_\_\_\_\_ Т. Ю. Коротина

Доцент кафедры физики (физики) \_\_\_\_\_ А. В. Медовник

Заведующий кафедрой физики  
(физики)

\_\_\_\_\_ Е. М. Окс

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

Целью изучения дисциплины является приобретение широких, целостных и глубоких знаний об экспериментальных методах в сильноточной электронике, о принципах функционирования диагностик и измерительных средств, необходимых для вычленения существенных в электронно-вакуумных и плазменных системах явлений и процессов, а также о современном уровне таких систем.

### 1.2. Задачи дисциплины

– Формирование умений: оценивать условия эксперимента, выбирать и применять на практике экспериментальные методы, наиболее эффективные в диагностике тех или иных электрофизических систем; применять математический аппарат и физические знания при решении задач по разработке конструкций измерительных средств и их использования в экспериментах; делать научно обоснованные выводы по результатам экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию электрофизических устройств и систем.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Экспериментальные методы в сильноточной электронике» (Б1.В.ДВ.1.2) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (научная практика), Физика пучков заряженных частиц, Физические основы электронно-ионно-лучевых и плазменных технологий, Эмиссионные и электроразрядные явления в вакууме.

Последующими дисциплинами являются: Вакуумная и плазменная электроника.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-4 умение вычленять физические явления и процессы, наиболее существенные в электронно-вакуумных и плазменных системах;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** общую физику, основы классической электродинамики, теоретические основы электротехники, математический анализ, основы физики пучков заряженных частиц, СВЧ-электродинамики и СВЧ-электроники, физики плазмы;

– **уметь** оценивать условия эксперимента, применять наиболее эффективные в диагностике электрофизических систем методы, применять методы математического анализа при решении задач, делать научно обоснованные выводы по результатам экспериментальных исследований;

– **владеть** навыками использования персонального компьютера в научной работе.

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		3 семестр
Аудиторные занятия (всего)	8	8
Лекции	4	4
Практические занятия	4	4
Самостоятельная работа (всего)	96	96
Проработка лекционного материала	16	16
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	64	64
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	16	16

Всего (без экзамена)	104	104
Общая трудоемкость, ч	104	104
Зачетные Единицы	3.0	

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лек., ч	Прак. зан., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
3 семестр					
1 Введение в дисциплину. Импульсные процессы и характеристики сигналов	1	0	22	23	ПК-4
2 Общие вопросы регистрации импульсов. Измерение высоких импульсных напряжений	1	1	24	26	ПК-4
3 Измерение импульсных токов большой силы. Измерение параметров сильноточных релятивистских электронных пучков	1	1	26	28	ПК-4
4 Измерение параметров мощных импульсов СВЧ-излучения	1	2	24	27	ПК-4
Итого за семестр	4	4	96	104	
Итого	4	4	96	104	

### 5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины (по лекциям)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
3 семестр			
1 Введение в дисциплину. Импульсные процессы и характеристики сигналов	Особенности эксперимента в сильноточной электронике. Сигналы в сильноточной электронике. Спектральные характеристики импульсов	1	ПК-4
	Итого	1	
2 Общие вопросы регистрации импульсов. Измерение высоких импульсных напряжений	Оциллографические методы измерения. Линии передачи сигналов. Электромагнитные помехи. высоких импульсных напряжений. Измерительные цепи высоковольтных делителей напряжения. Разновидности высоковольтных делителей напряжения и их характеристики	1	ПК-4
	Итого	1	
3 Измерение	Токовые омические шунты. Пояса Ро-	1	ПК-4

импульсных токов большой силы. Измерение параметров сильноточных релятивистских электронных пучков	говского. Измерение токовых и энергетических характеристик электронного пучка. Измерение параметров электронного потока		
	Итого	1	
4 Измерение параметров мощных импульсов СВЧ-излучения	Антенные измерения. СВЧ-детекторы мощных импульсов СВЧ-излучения. Измерение энергии мощных импульсов СВЧ-излучения. Спектральные измерения. Дополнительные методы измерения характеристик мощных СВЧ-импульсов	1	ПК-4
	Итого	1	
Итого за семестр		4	

### 5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин			
	1	2	3	4
Предшествующие дисциплины				
1 Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (научная практика)	+	+	+	+
2 Физика пучков заряженных частиц	+	+	+	+
3 Физические основы электронно-ионно-лучевых и плазменных технологий	+	+	+	+
4 Эмиссионные и электроразрядные явления в вакууме	+	+	+	+
Последующие дисциплины				
1 Вакуумная и плазменная электроника	+	+	+	+

### 5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Виды занятий			Формы контроля
	Лек.	Прак. зан.	Сам. раб.	
ПК-4	+	+	+	Тест, Дифференцированный зачет

## 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

## 7. Лабораторные работы

Не предусмотрено РУП.

## 8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
3 семестр			
2 Общие вопросы регистрации импульсов. Измерение высоких импульсных напряжений	Сигналы в сильноточной электронике. Спектральные характеристики импульсов	1	ПК-4
	Итого	1	
3 Измерение импульсных токов большой силы. Измерение параметров сильноточных релятивистских электронных пучков	Линии передачи сигналов	1	ПК-4
	Итого	1	
4 Измерение параметров мощных импульсов СВЧ-излучения	Измерительные цепи высоковольтных делителей напряжения	1	ПК-4
	Разновидности высоковольтных делителей напряжения и их характеристики	1	
	Итого	2	
Итого за семестр		4	

## 9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
3 семестр				
1 Введение в дисциплину. Импульсные процессы и характеристики сигналов	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-4	Дифференцированный зачет, Тест
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	14		
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	22		
2 Общие вопросы регистрации импульсов.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-4	Дифференцированный зачет, Тест

Измерение высоких импульсных напряжений	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	16		
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	24		
3 Измерение импульсных токов большой силы. Измерение параметров сильноточных релятивистских электронных пучков	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-4	Дифференцированный зачет, Тест
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	18		
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	26		
4 Измерение параметров мощных импульсов СВЧ-излучения	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-4	Дифференцированный зачет, Тест
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	16		
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	24		
Итого за семестр		96		
Итого		96		

### 10. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено РУП.

### 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

Рейтинговая система не используется.

### 12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

#### 12.1. Основная литература

1. Владимиров Г. Г. Физическая электроника. Эмиссия и взаимодействие частиц с твердым телом [Электронный ресурс] [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 368 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/38838>. — Загл. с экрана. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/38838> (дата обращения: 02.09.2018).

#### 12.2. Дополнительная литература

1. Форвакуумные плазменные источники электронов [Электронный ресурс] [Электронный ресурс]: монография / В. А. Бурдовицин [и др.] ; рец.: Н. В. Гаврилов, Н. Н. Коваль ; Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск). - Томск : Издательство Томского университета, 2014. - 287 с. — Режим доступа: [https://storage.tusur.ru/files/115738/Forvakuumnye\\_plazmennye\\_istochniki\\_ehlektronov.pdf](https://storage.tusur.ru/files/115738/Forvakuumnye_plazmennye_istochniki_ehlektronov.pdf). — Загл. с экрана. — Режим доступа: [https://storage.tusur.ru/files/115738/Forvakuumnye\\_plazmennye\\_istochniki\\_ehlektronov.pdf](https://storage.tusur.ru/files/115738/Forvakuumnye_plazmennye_istochniki_ehlektronov.pdf) (дата обращения: 02.09.2018).

## 12.3. Учебно-методические пособия

### 12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Применение форвакуумных плазменных источников электронов для обработки диэлектриков [электронный ресурс] [Электронный ресурс]: моногр. / А.С. Климов [и др.]. – Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та систем упр. и радиоэлектроники, 2017. – 186, [2] с. — Режим доступа: [https://storage.tusur.ru/files/115739/Primenenie\\_forvakuumnyh\\_plazmennyyh\\_istochnikov\\_ehlektronov.pdf](https://storage.tusur.ru/files/115739/Primenenie_forvakuumnyh_plazmennyyh_istochnikov_ehlektronov.pdf). — Загл. с экрана. (Используется для практических занятий) — Режим доступа: [https://storage.tusur.ru/files/115739/Primenenie\\_forvakuumnyh\\_plazmennyyh\\_istochnikov\\_ehlektronov.pdf](https://storage.tusur.ru/files/115739/Primenenie_forvakuumnyh_plazmennyyh_istochnikov_ehlektronov.pdf) (дата обращения: 02.09.2018).

2. Информационные и электронные ресурсы в организации научных исследований [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по практической и самостоятельной работе / Покровская Е. М. - 2018. 13 с. — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/7289> (дата обращения: 02.09.2018).

### 12.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

#### Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

#### Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

#### Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

## 12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется использовать базы данных, информационно-справочные и поисковые системы, к которым у ТУСУРа есть доступ <https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh>

## 13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

### 13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

#### 13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

#### 13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

##### Учебная аудитория

учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 130 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение не требуется.



### Учебная аудитория

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 222 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение не требуется.

### **13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы**

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

### **13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

### **14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины**

#### **14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации**

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

### 14.1.1. Тестовые задания

Какой параметр показывает, как изменяется ток при изменении анодного напряжения?

- 1) Выходная мощность
- 2) Крутизна
- 3) Внутреннее сопротивление

Снижение потерь энергии, связанных с возбуждением вихревых токов в многослойном сердечнике трансформатора, может быть достигнуто за счет:

- 1) Уменьшения сечения сердечника;
- 2) Уменьшения толщины единичного слоя;
- 3) Использования ферромагнитного материала с меньшим удельным электрическим сопротивлением;
- 4) Увеличения длины сердечника.

Скорость распространения электромагнитной волны по передающей линии с прямолинейными электродами определяется:

- 1) формой анода линии
- 2) магнитной проницаемостью межэлектродного заполнения
- 3) диэлектрической проницаемостью межэлектродного заполнения
- 4) магнитной и диэлектрической проницаемостью межэлектродного заполнения

Указать верное определение линии с магнитной самоизоляцией:

- 1) Линия с проводниками из материалов, имеющих магнитные свойства.
- 2) Линия, на которую наложено внешнее магнитное поле.
- 3) Линия, магнитная изоляция которой обеспечивается утечками на фронте импульса, распространяющегося по линии.

Что определяет термин «неоднородная линия с плавно меняющимися параметрами»:

- 1) саму линию.
- 2) свойства распространяющегося по линии импульса.
- 3) то и другое вместе взятое.

Указать пути повышения стабильности срабатывания разрядников и уменьшения времени развития разряда:

- 1) снижать давление газа при фиксированном произведении  $p \cdot d$ ;
- 2) увеличивать перенапряжение на промежутке за счет импульсной зарядки накопителя энергии;
- 3) исключить подсветку разрядного промежутка;
- 4) усилить неоднородность поля на катод.

Какой из газов в качестве рабочей среды в разрядниках высокого давления обеспечивает реализацию наименьшего времени коммутации:

- 1) Азот
- 2) Гелий
- 3) Аргон
- 4) Углекислый газ

Какой из газов обладает наибольшей электрической прочностью при идентичных условиях пробоя ( $p d = \text{const}$ ) для правой ветви Пашена:

- 1) Азот
- 2) Водород
- 3) Аргон
- 4) Элегаз

Для уменьшения времени коммутации газоразрядного промежутка необходимо:

- 1) увеличивать давление и снижать длину зазора – при любой скорости нарастания напряжения;
- 2) уменьшать давление и увеличивать длину зазора – при любой скорости нарастания напряжения;
- 3) увеличивать величину перенапряжения, т.е. подавать напряжение на промежуток очень быстро и очень большой амплитуды.

Какой источник помех называют функциональным?

- 1) Если электромагнитная помеха для источника является полезным сигналом.
- 2) Если помехи носят побочный эффект в процессе работы источника.
- 3) Если источник создает индуктивные помехи.
- 4) Если источник создает широкополосные помехи.

К основным техническим характеристикам осциллографов относят:

- 1) Полоса пропускания.
- 2) Коэффициент отклонения.
- 3) Время нарастания переходной характеристики
- 4) Все перечисленные

Какой из указанных материалов, используемых при изготовлении цилиндров Фарадея, обеспечивает наименьшую интенсивность тормозного излучения:

- 1) Свинец.
- 2) Алюминий.
- 3) Графит.
- 4) Сталь.

С помощью какого измерительного устройства можно определить ток непрерывного электронного пучка

- 1) Пояс Роговского
- 2) Спектрометр
- 3) Калориметр
- 4) Цилиндр Фарадея

#### 14.1.2. Вопросы дифференцированного зачета

Сигналы в сильноточной электронике. Взаимодействие видеоимпульсов с регистрирующими устройствами. Интегральные и локальные параметры видеоимпульсов. Параметры радиоимпульсов и импульсов оптического излучения. Требования, предъявляемые к регистрирующей аппаратуре.

Измерение параметров мощных наносекундных импульсов СВЧ-излучения. Измерение мощности СВЧ-излучения с помощью ответвителей. Характеристики ответвителей. Примеры конструкций. Схема калибровки.

Спектральные параметры импульсов. Преобразование Фурье. Спектры импульсно-периодических и одиночных импульсов. Условия неискаженной передачи сигнала через измерительную цепь.

Цифровые запоминающие осциллографы. Принцип действия, блок-схема, основные параметры и погрешности.

Осциллографические методы измерения параметров сигналов. Виды осциллографов. Блок-схема и принцип действия простейшего ЭЛО. Основные погрешности осциллографов. Условия неискаженного воспроизведения формы электрических сигналов.

Измерение высоких импульсных напряжений с помощью делителей напряжения и осциллографа, демпфированные и смешанные делители напряжения их измерительные цепи и передаточные характеристики.

Радиосигнальные линии. Волновые процессы в коаксиальных кабелях. Телеграфные уравнения. Волновое сопротивление, нагрузка, коэффициенты отражения и прохождения сигнала в нагрузку.

Использование СВЧ-разряда в газе для измерения мощности импульсов СВЧ-излучения, визуализации распределения плотности потока мощности в пространстве и исследования когерентности импульсов СВЧ-излучения.

Измерение высоких импульсных напряжений с помощью делителей напряжения и осциллографа. Виды делителей напряжения. Омические делители, их измерительные цепи и передаточные характеристики. Определение передаточных характеристик путём измерения реакции на прямоугольный импульс.

Осциллографические методы измерения параметров сигналов. Виды осциллографов. Запоминающие осциллографы. Широкополосные осциллографы.

Измерение высоких импульсных напряжений с помощью делителей напряжения и осциллографа. Виды делителей напряжения. Емкостные делители напряжения, их измерительные цепи и

передаточные характеристики. Определение передаточных характеристик путём измерения реакции на прямоугольный импульс.

Электромагнитные помехи и наводки. Помехи за счет смещения потенциала в разрядной цепи.

Измерение импульсных токов с помощью шунтов. Схема замещения шунта. Виды шунтов и их характеристики. Измерение тока электронного пучка с помощью шунта.

Электромагнитные помехи и наводки за счет падения напряжения на заземляющем проводнике и индуктированные и наведенные ЭДС.

Измерение параметров электронных пучков. Цилиндр Фарадея. Калориметрический метод. Измерение энергии электронов по пробегу и поглощению в веществе.

Измерение параметров электронных пучков. Измерение энергетического спектра импульсного электронного пучка. Спектрометры. Измерение профиля и размеров электронного пучка. Измерение поперечной скорости электронов.

Радиосигнальные линии. Волновые процессы в коаксиальных кабелях. Телеграфные уравнения. Волновое сопротивление, нагрузка, коэффициенты отражения и прохождения сигнала в нагрузку.

Измерение параметров мощных наносекундных импульсов СВЧ-излучения. Общая схема антенных измерений. Эффективная поверхность приемной рупорной и волноводной антенны. Вибраторные антенны. Измерение эффективной поверхности приемных рупорных, волноводных и вибраторных антенн.

Спектральные параметры импульсов. Преобразование Фурье. Спектры импульсно-периодических и одиночных импульсов. Условия неискаженной передачи сигнала через измерительную цепь.

Измерение параметров мощных наносекундных импульсов СВЧ-излучения. Регистрация СВЧ-сигналов и детекторные измерения. Детектор на диоде Шоттки, его конструкция, характеристики и схема замещения. Ламповые детекторы, их конструкция. Детекторы на горячих носителях. Схемы калибровки детекторов.

Измерение параметров мощных наносекундных импульсов СВЧ-излучения. Калориметрические измерения. Широкополосные «сухие» калориметры, их конструкции и методы калибровки. Узкополосные «сухие» калориметры, их конструкции и методы калибровки. Широкополосный жидкостный вакуумный калориметр с терморезистором, его принцип действия, конструкция и методы калибровки. Широкополосный жидкостный апертурный калориметр, принцип действия, конструкция, калибровка.

Цифровые запоминающие осциллографы. Принцип действия, блок-схема, основные параметры и погрешности.

Измерение параметров мощных наносекундных импульсов СВЧ-излучения. Спектральные измерения. Метод отсечки. Дисперсионная линия. Резонансный метод. Гетеродинный метод. Измерение спектральных характеристик с помощью широкополосных цифровых осциллографов.

Измерение импульсных токов с помощью пояса Роговского. Принцип действия пояса Роговского. Режим трансформатора тока. Схема с интегрирующей цепочкой. Измерение наносекундных сигналов.

#### **14.2. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

Таблица 14 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями	Собеседование по вопросам к зачету,	Преимущественно устная проверка

зрения	опрос по терминам	(индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами исходя из состояния обучающегося на момент проверки

### **14.3. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

**Для лиц с нарушениями зрения:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.